



⑪ Aktenzeichen: 101 22 241.6
 ⑫ Anmeldetag: 8. 5. 2001
 ⑬ Offenlegungstag: 5. 12. 2002

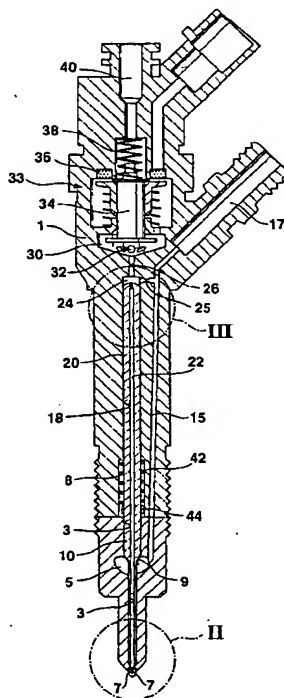
71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Boehland, Peter, 71672 Marbach, DE; Kanne, Sebastian, Dr., 70372 Stuttgart, DE; Nentwig, Godehard, 70597 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

57) Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem in einer Bohrung (3) eine kolbenförmige äußere Ventilnadel (10) längsverschiebbar angeordnet ist, die mit einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ausgebildeten Ventilsitz (13) zur Steuerung wenigstens einer Einspritzöffnung (7) zusammenwirkt. Im Gehäuse (1) ist ein Steuerraum (24) ausgebildet, wobei der Druck im Steuerraum (24) durch ein Ventil (33) regelbar ist und durch den Druck im Steuerraum (24) wenigstens mittelbar eine Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes (13) auf die äußere Ventilnadel (10) ausgeübt. An der äußeren Ventilnadel (10) ist wenigstens eine Druckfläche (9; 101) ausgebildet, die durch den Druck in einem zwischen der äußeren Ventilnadel (10) und der Wand der Bohrung (3) ausgebildeten und bis zum Ventilsitz (13) reichenden Druckraum (5) beaufschlagt ist, so daß sich eine der Schließkraft entgegengerichtete Öffnungskraft auf die äußere Ventilnadel (10) ergibt. In der äußeren Ventilnadel (10) eine innere Ventilnadel (12) geführt, die wenigstens eine zusätzliche Einspritzöffnung (7) am Ventilsitz (13) steuert und die vom Druck im Steuerraum (24) zumindest mittelbar in Richtung des Ventilsitzes (13) beaufschlagt wird (Fig. 1).



[0001] Zur Senkung der Emissionen und zur Steigerung des Wirkungsgrads von Brennkraftmaschinen mit direkter Kraftstoffeinspritzung ist es ein Ziel, den Kraftstoff möglichst fein zerstäubt in den Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzen. Hierzu wird zum einen der Einspritzdruck erhöht, mit dem der Kraftstoff durch das Kraftstoffeinspritzventil eingespritzt wird. Zum anderen wird die Anzahl der Spritzlöcher des Kraftstoffeinspritzventils erhöht, so daß der Durchmesser der einzelnen Spritzlöcher gesenkt werden kann. Das Ziel dieser Maßnahme ist es, die Strahlenenergie bei Einspritzstrahlen zu erhöhen bei gleichzeitiger Verringerung des Tropfendurchmessers. Sollen sehr kleine Mengen gefördert werden, so werden bei hohen Drücken am Kraftstoffeinspritzventil die Einspritzzeiten sehr kurz. Dies hat einen heftigen Verbrennungsverlauf mit entsprechend großer Geräuschentwicklung zur Folge.

[0002] Beispielsweise aus der europäischen Patentanmeldung EP 0 470 348 A1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil mit variablem Einspritzquerschnitt bekannt, bei dem zwei Reihen von Einspritzöffnungen ausgebildet sind. Diese Einspritzöffnungen werden von einer inneren Ventilnadel und einer die Ventilnadel umgebenden Hülse gesteuert, wobei sowohl die Hülse als auch die Innennadel von Schließfedern beaufschlagt sind, die diese in Anlage an einen Ventilsitz drücken, wodurch die Einspritzöffnungen verschlossen werden. Wird Kraftstoff unter hohem Druck in entsprechende Druckräume eingebracht, so werden die Hülse und die Innennadel vom Kraftstoffdruck in diesen Druckräumen beaufschlagt. Je nach Druck des eingeführten Kraftstoffs hebt nur die Innennadel vom Ventilsitz ab und gibt die erste Reihe von Einspritzöffnungen frei oder es heben sukzessiv die Innennadel und die Hülse vom Ventilsitz ab, so daß beide Reihen von Einspritzöffnungen nacheinander aufgesteuert werden. Das Öffnen der Innennadel bzw. der Hülse erfolgt also druckgesteuert, so daß das sukzessive Aufsteuern von Innennadel und äußerer Hülse durch eine geschickte Auslegung der Druckflächen und der Kraft der Schließfedern erreicht wird.

[0003] Darüber hinaus sind aus dem Stand der Technik hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzsysteme bekannt, bei denen eine Ventilnadel eine Druckfläche aufweist, die ständig mit Kraftstoff unter hohem Druck in Öffnungsrichtung beaufschlagt wird. Die Gegenkraft wird nicht durch eine Schließfeder erzeugt, sondern hydraulisch durch einen Ventilkolben, der auf die Ventilnadel wirkt und der durch den Kraftstoffdruck in einem Steuerraum wiederum eine Schließkraft auf die Ventilnadel ausübt. Als Beispiel sei hier die Schrift DE 198 27 267 A1 genannt. Durch Veränderung des Kraftstoffdrucks im Steuerraum ändert sich die Schließkraft auf die Ventilnadel, so daß diese durch die hydraulische Kraft auf die Druckfläche bewegt wird. Solche hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzsysteme werden in vielen modernen Brennkraftmaschinen eingesetzt, insbesondere für selbstzündende Brennkraftmaschinen in Personenkraftwagen.

[0004] Eine Verbindung beider Systeme, also des variablen Einspritzquerschnitts und des hubgesteuerten Einspritzsystems, wäre für eine weitere Optimierung des Verbrennungsprozesses besonders vorteilhaft. Bisher war dies jedoch nicht ohne großen Aufwand möglich, den variablen Einspritzquerschnitt ohne weiteres auf die hubgesteuerten Systeme zu übertragen. Hierzu sind komplizierte Dichtkanten oder zusätzliche Steuerventile nötig, die aufwendig zu fertigen und kostenintensiv sind.

[0005] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, daß mit einem hubgesteuerten Einspritzsystem zwei Reihen von Einspritzöffnungen sukzessiv aufsteuerbar sind und so eine Einspritzverlaufsformung möglich ist, ohne daß zusätzliche Steuerkanten oder Steuerventile nötig sind. In der äußeren Ventilnadel ist eine innere Ventilnadel geführt, wobei sowohl die äußere Ventilnadel als auch die innere Ventilnadel wenigstens eine Einspritzöffnung steuert. Im Kraftstoffeinspritzventil ist ein kraftstoffgefüllter Steuerraum ausgebildet, durch dessen Druck die Ventilnadeln zumindest mittelbar in Richtung des Ventilsitzes beaufschlagt werden. Wird der Druck im Steuerraum verändert, so verändert sich auch die Schließkraft durch die Ventilnadeln, so daß eine Ansteuerung der Einspritzöffnungen möglich ist.

[0006] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird durch die Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilnadel eine Drosselverbindung gebildet, so daß die innere Ventilnadel nicht mehr vom Druck im Steuerraum beaufschlagt wird. Hierdurch wird die Schließkraft auf die innere Ventilnadel in einfacher Weise reduziert, ohne daß eine Steuerkante oder ein weiteres Ventil notwendig wäre.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die äußere Ventilnadel mit einer äußeren Kolbenstange verbunden, deren Stirnfläche vom Druck im Steuerraum beaufschlagt ist und dadurch die Schließkraft auf das Ventilielglied erzeugt. Hierdurch lassen sich die Funktion der Ventilnadel und der druckbeaufschlagten Kolbenstange in vorteilhafter Weise voneinander trennen und so jeweils optimal gestalten.

[0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird die Drosselverbindung zwischen der Stirnseite der Kolbenstange und einer ortsfesten Grundfläche gebildet, so daß in einfacher und damit gut zu fertigender Weise die Drosselverbindung ausgebildet werden kann.

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist auch die innere Ventilnadel mit einer inneren Kolbenstange verbunden, deren Stirnseite ebenfalls vom Druck im Druckraum beaufschlagt ist und so die Schließkraft auf die innere Ventilnadel erzeugt. Dadurch läßt sich auch hier die Funktion von Ventilnadel und Kolbenstange trennen.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die innere Kolbenstange in der äußeren Kolbenstange geführt, so daß beide Kolbenstangen koaxial zueinander angeordnet sind. Hierdurch läßt sich die Verbindung der äußeren Kolbenstange zur äußeren Ventilnadel und der inneren Ventilnadel zur inneren Kolbenstange in vorteilhafter Weise einfach realisieren.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kommt die innere Kolbenstange bei der Öffnungshubbewegung der inneren Ventilnadel an einer an der Innenseite der äußeren Kolbenstange ausgebildeten Anschlagfläche zur Anlage. Hierdurch wird der Hubanschlag der inneren Ventilnadel in einfacher Art und Weise realisiert, ohne daß ein Hubanschlag am Gehäuse des Kraftstoffeinspritzventils ausgebildet sein muß.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die äußere Kolbenstange an ihrem brennraumabgewandten Ende einen nach innen kragenden Bereich auf. Hierdurch wird durch die äußere Ventilnadel, den nach innen kragenden Bereich und die innere Ventilnadel ein innerer Steuerraum begrenzt, der mit dem Steuerraum verbunden, wobei die Verbindung in Form einer Verbindungsbohrung ausgebildet ist. Hierdurch läßt sich der Druckausgleich zwischen dem Steuerraum und dem inneren Steuerraum und damit die Schließkraft auf die innere Ventilnadel bei der Öffnungs-

hubbewegung durch Gestaltung der Verbindungsbohrung abstimmen, so daß ein definiertes sukzessives Öffnen von äußerer Ventildadel und innerer Ventildadel stattfindet und damit die gewünschte Einspritzverlaufsformung.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die innere Ventildadel eine Druckfläche auf, die erst nachdem die äußere Ventildadel vom Ventilsitz abgehoben hat vom Druck im Druckraum beaufschlagt wird. Hierdurch ergibt sich nur dann eine Öffnungskraft auf die innere Ventildadel, wenn eine Einspritzung erfolgen soll. Dadurch wirkt zwischen den Einspritzungen keine Öffnungskraft auf die innere Ventildadel und diese verschließt die ihr zugeordneten Einspritzöffnungen stets sicher.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Druck im Steuerraum durch eine durch ein Ventil steuerbare Verbindung mit einem Leckölraum eingestellt. So ist nur dieses eine 2/2-Ventil für die Drucksteuerung notwendig, da die Zulaufdrossel unverändert bleibt.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung verschließt die äußere Kolbenstange bei der Öffnungshubbewegung der äußeren Ventildadel die Zulaufdrossel zumindest teilweise. Hierdurch kommt es zu einer weiteren Absenkung des Drucks im Steuerraum, so daß die Schließkraft auf die innere Ventildadel weiter abnimmt. Durch eine entsprechende Auslegung der öffnenden Kräfte auf die Ventildadeln läßt sich erreichen, daß die innere Ventildadel erst nachdem die äußere Ventildadel die Zulaufdrossel verschlossen hat, eine Öffnungshubbewegung ausführt und so die Einspritzöffnungen sukzessiv aufgesteuert werden. Auf diese Weise ist die Einspritzrate zu Beginn der Einspritzung kleiner als während der Haupteinspritzung, bei der sämtliche Einspritzöffnungen freigegeben sind, so daß eine Einspritzverlaufsformung erreicht wird.

[0016] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0017] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

[0018] Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil,

[0019] Fig. 2 eine Vergrößerung von Fig. 1 im mit II bezeichneten Bereich,

[0020] Fig. 3 eine Vergrößerung von Fig. 1 im mit III bezeichneten Bereich,

[0021] Fig. 4 den gleichen Ausschnitt wie Fig. 3, wobei die äußere Kolbenstange in einer anderen Schaltstellung ist.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0022] In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils im Längsschnitt dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil umfaßt ein Gehäuse 1, das mehrteilig aufgebaut sein kann. Das Gehäuse 1 weist an seinem brennraumseitigen Endbereich eine Bohrung 3 auf, in der eine kolbenförmige äußere Ventildadel 10 angeordnet ist. Die äußere Ventildadel 10 wird in einem brennraumabgewandten Abschnitt in der Bohrung 3 dichtend geführt und verjüngt sich unter Bildung einer Druckschulter 9 dem Brennraum zu. Am brennraumseitigen Ende geht die äußere Ventildadel 10 in eine konische Druckfläche 101 und schließlich in eine ebenfalls konische Ventildichtfläche 11 über, wobei die Dichtfläche 11 in Schließstellung der äußeren Ventildadel 10 an einem am brennraumseitigen

Ende der Bohrung 3 ausgebildeten Ventilsitz 13 zur Anlage kommt. In Fig. 2 ist eine vergrößerte Darstellung des mit II bezeichneten Ausschnitts von Fig. 1 im Bereich des Ventilsitzes 13 dargestellt. Durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 3 ist auf Höhe der Druckschulter 9 ein Druckraum 5 im Gehäuse 1 ausgebildet, der sich als ein die äußere Ventildadel 10 umgebender Ringkanal bis zum Ventilsitz 13 fortsetzt. Im Ventilsitz 13 sind mehrere Einspritzöffnungen 7 ausgebildet, die in einer ersten Einspritzöffnungsreihe 107 und in einer axial dazu versetzt angeordneten zweiten Einspritzöffnungsreihe 207 angeordnet sind. Bei Anlage der äußeren Ventildadel 10 am Ventilsitz 13 verschließt diese alle Einspritzöffnungen 7 gegen den Druckraum 5, so daß aus diesem kein Kraftstoff zu den Einspritzöffnungen 7 gelangen kann.

[0023] In der äußeren Ventildadel 10 ist eine innere Ventildadel 12 angeordnet, die kolbenförmig ausgebildet ist und die an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische Druckfläche 112 und eine Ventildichtfläche 14 aufweist. Kommt die innere Ventildadel 12 am Ventilsitz 13 zur Anlage, so berührt die Ventildichtfläche 14 den Ventilsitz 13 zwischen der ersten Einspritzöffnungsreihe 107 und der zweiten Einspritzöffnungsreihe 207. Durch das Zusammenspiel der äußeren Ventildadel 10 und der inneren Ventildadel 12 lassen sich die Einspritzöffnungsreihen 107, 207 mit dem Druckraum 5 verbinden. Liegt die äußere Ventildadel 10 mit der Ventildichtfläche 11 am Ventilsitz 13 an, so werden beide Einspritzöffnungsreihen 107, 207 gegen den Druckraum 5 verschlossen. Hebt nur die äußere Ventildadel 10 vom Ventilsitz 13 ab, während die innere Ventildadel 12 mit der Ventildichtfläche 14 am Ventilsitz 13 anliegt, so wird nur die erste Einspritzöffnungsreihe 107 mit dem Druckraum 5 verbunden, während die zweite Einspritzöffnungsreihe 207 durch die innere Ventildadel 12 verschlossen bleibt. Erst wenn auch die innere Ventildadel 12 vom Ventilsitz 13 abhebt, wird die zweite Einspritzöffnungsreihe 207 mit dem Druckraum 5 verbunden.

[0024] Über einen im Gehäuse 1 verlaufenden Zulaufkanal 15 ist der Druckraum 5 mit einem Hochdruckanschluß 17 verbunden, der mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Kraftstoffhochdruckquelle verbunden ist. Die Kraftstoffhochdruckquelle liefert hierbei bei Betrieb der Brennkraftmaschine einen vorgegebenen Kraftstoffhochdruck, so daß im Zulaufkanal 15 und somit auch im Druckraum 5 stets dieser Kraftstoffdruck herrscht und einen Kraftstoffhochdruckbereich bildet.

[0025] Brennraumabgewandt zur Bohrung 3 ist im Gehäuse 1 eine als Sackbohrung ausgeführte Kolbenbohrung 18 ausgebildet, die eine Grundfläche 19 aufweist. In der Kolbenbohrung 18 ist eine äußere Kolbenstange 20 längsverschiebbar angeordnet, die mit ihrer dem Brennraum zugewandten Stirnseite an der äußeren Ventildadel 10 anliegt und die mit ihrer brennraumabgewandten Stirnseite 21 einen am Ende der Kolbenbohrung 18 ausgebildeten Steuerraum 24 begrenzt. Durch eine radiale Erweiterung der Kolbenbohrung 18 ist am brennraumseitigen Endbereich der Kolbenstange 20 ein Federraum 8 im Gehäuse 1 ausgebildet, in dem eine Feder 42 unter Druckvorspannung angeordnet ist. Die Feder 42 stützt sich am brennraumabgewandten Ende ortsfest ab und liegt an ihrem brennraumzugewandten Ende an einem Federteller 44 an, der mit der äußeren Kolbenstange 20 verbunden ist, so daß die Feder 42 eine Kraft in Richtung auf den Ventilsitz 13 auf die äußere Kolbenstange 20 und damit auch auf die äußere Ventildadel 10 ausübt.

[0026] In der äußeren Kolbenstange 20 ist eine innere Kolbenstange 22 angeordnet, die in der äußeren Kolbenstange 20 längsverschiebbar ist. An ihrem brennraumzugewandten Ende liegt die innere Kolbenstange 22 an der inne-

ren Ventilnadel 12 an, so daß sich die innere Kolbenstange 22 und die innere Ventilnadel 12 synchron bewegen. Fig. 3 zeigt eine Vergrößerung von Fig. 1 im Bereich des Steuer-raums 24. Der Steuerraum 24 wird von der Grundfläche 19, der Wand der Kolbenbohrung 18 und der Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 begrenzt. Die äußere Kolbenstange 20 weist an ihrem brennraumabgewandten Ende einen nach innen kragenden Bereich 27 auf, so daß durch die äußere Kolbenstange 20 und die brennraumabgewandte Stirnseite 31 der inneren Kolbenstange 22 ein innerer Steuer-raum 29 begrenzt wird, der über eine Verbindungsbohrung 28 in der äußeren Kolbenstange 20 mit dem Steuerraum 24 verbunden ist. Im Inneren der äußeren Kolbenstange 20 ist eine Anschlagfläche 23 ausgebildet, die die Längsbewegung der inneren Kolbenstange 22 begrenzt. In Schließstellung des Kraftstoffeinspritzventils, also wenn sowohl die innere Ventilnadel 12 als auch die äußere Ventilnadel 10 am Ventilsitz 13 anliegen, verbleibt ein axialer Abstand zwischen der Anschlagfläche 23 und der brennraumabgewandten Stirnseite 31 der inneren Kolbenstange 22.

[0027] Der Steuerraum 24 ist über eine Zulaufdrossel 25 mit dem Zulaufkanal 15 verbunden. Darüber hinaus ist der Steuerraum 24 über eine Ablaufdrossel 26 mit einem im Gehäuse 1 ausgebildeten Leckölraum 30 verbunden. Im Leckölraum 30 ist ein längsbeweglicher Magnetanker 34 angeordnet, der an seinem dem Steuerraum 24 zugewandten Ende eine Dichtkugel 32 aufweist. Der Magnetanker 34 wird durch eine Schließfeder 38 beaufschlagt, die den Magnetanker 34 in Richtung des Steuer-raums 24 drückt. Weiter ist im Leckölraum 30 ein Elektromagnet 36 angeordnet, der bei geeigneter Bestromung eine anziehende Kraft auf den Magnetanker 34 ausübt und ihn vom Steuer-raum 24 entgegen der Kraft der Schließfeder 38 wegbewegt. Ist der Elektromagnet 36 nicht bestromt, so wird der Magnetanker 34 von der Schließfeder 38 in Richtung des Steuer-raums 24 gedrückt, und die Dichtkugel 32 verschließt die Ablaufdrossel 26. Bei Bestromung des Elektromagneten 36 wird der Magnetanker 34 vom Steuer-raum 24 wegbewegt und die Dichtkugel 32 gibt die Ablaufdrossel 26 frei. In dieser Stellung kann Kraftstoff aus dem Steuer-raum 24 in den Leckölraum 30 über die Ablaufdrossel 26 abfließen. Der Magnetanker 34, die Dichtkugel 32 und der Elektromagnet 36 bilden so ein Ventil 33.

[0028] Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt: Im geschlossenen Zustand des Kraftstoffeinspritzventils, also wenn kein Kraftstoff durch die Einspritzöffnungen 7 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, verschließt die Dichtkugel 32 die Ablaufdrossel 26. Durch die Zulaufdrossel 25 herrscht im Steuer-raum 24 der gleiche Kraftstoffdruck wie im Zulaufkanal 15. Hierdurch ergibt sich eine hydraulische Kraft auf die Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 und auf die Stirnseite 31 der inneren Kolbenstange 22, die diese auf die äußere Ventilnadel 10 bzw. der innere Ventilnadel 12 übertragen, so daß die Ventilnadeln 10, 12 in Anlage am Ventilsitz 13 gedrückt werden und die Einspritzöffnungen 7 verschließen. Das Größenverhältnis der Stirnseite 21 zu der Druckschulter 9 bzw. der Druckfläche 101 der äußeren Ventilnadel 10 ist so ausgelegt, daß in diesem Zustand des Kraftstoffeinspritzventils die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 überwiegt. Soll eine Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum geschehen, so wird der Elektromagnet 36 bestromt, wodurch sich der Magnetanker 34 und damit auch die Dichtkugel 32 von der Ablaufdrossel 26 wegbewegen und über die Ablaufdrossel 26 den Steuer-raum 24 mit dem Leckölraum 30 verbinden. Die Durchflußwiderstände von Zulaufdrossel 25 und Ablaufdrossel 26 sind so ausgelegt, daß der Kraftstoffdruck hierdurch im Steuer-raum

24 abfällt, und zwar so weit, daß die äußere Ventilnadel 10 durch die Druckfläche 101 und die Druckschulter 9 eine größere hydraulische Kraft erfährt als die jetzt noch auf die Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 wirkende hydraulische Kraft im Steuer-raum 24.

[0029] Sobald die äußere Ventilnadel 10 vom Ventilsitz 13 abhebt gibt sie die erste Einspritzöffnungsreihe 107 frei, durch die jetzt Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Dadurch wird nun auch die Druckfläche 112 der inneren Ventilnadel 12 vom Kraftstoffdruck des Druck-raums 5 beaufschlagt, so daß die innere Ventilnadel 12 eine Öffnungskraft erfährt. Der verbleibende Kraftstoffdruck im Steuer-raum 24 ist jedoch so hoch, daß die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 31 der inneren Kolbenstange 22 weiterhin ausreicht, die innere Ventilnadel 12 entgegen der Öffnungskraft in Schließstellung zu halten. Im Zuge der Öffnungshubbewegung kommt die äußere Kolbenstange 20 schließlich an der Grundfläche 19 zur Anlage, wodurch der Steuer-raum 24 durch eine zusätzliche Drosselstelle 45, die sich zwischen der Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 und der Grundfläche 19 bildet, weitgehend gegen die Ablaufdrossel 26 verschlossen wird. Diese Stellung der äußeren Kolbenstange 20 ist in der Fig. 4 dargestellt. Hierdurch wird der weitere Zufluß von Kraftstoff aus dem Steuer-raum 24 zur Ablaufdrossel 26 vermindert, und der Druck im inneren Steuer-raum 29 fällt weiter ab. Aufgrund des jetzt niedrigeren hydraulischen Drucks im inneren Steuer-raum 29 bewegt sich, getrieben durch die hydraulische Kraft auf die Druckfläche 112, auch die innere Ventilnadel 12 und damit auch die innere Kolbenstange 22 vom Ventilsitz 13 weg, so daß die zweite Einspritzöffnungsreihe 207 aufgesteuert wird. Die innere Kolbenstange 22 bewegt sich dabei in axialer Richtung, bis sie an der Anschlagfläche 23 der äußeren Kolbenstange 20 zur Anlage kommt. Durch das sukzessive Aufsteuern der beiden Einspritzöffnungsreihen 107 und 207 erreicht man so eine Einspritzverlaufsformung, bei der zu Beginn der Einspritzung zwar mit vollem Druck, jedoch nur durch ein Teil der Einspritzöffnungen 7 Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, während bei der Haupteinspritzung durch sämtliche Einspritzöffnungen 7 beider Einspritzöffnungsreihen 107 und 207 eingespritzt wird und damit auch mit einer höheren Einspritzrate. Um den Einspritzvorgang zu beenden, wird die Bestromung des Elektromagneten 36 beendet und angetrieben durch die Schließfeder 38 verschließt die Dichtkugel 32 am Magnetanker 34 die Ablaufdrossel 26, so daß sich durch den durch die Zulaufdrossel 25 nachströmenden Kraftstoff erneut der Kraftstoffdruck des Zulaufkanals 15 im Steuer-raum 24 aufbaut und sowohl die äußere Kolbenstange 20 als auch die innere Kolbenstange 22 in Richtung des Ventilsitzes 13 drückt, so daß die innere Ventilnadel 12 und die äußere Ventilnadel 10 zurück in die Schließstellung bewegt werden.

[0030] Es kann auch vorgesehen sein, nur durch die erste Einspritzöffnungsreihe 107 Kraftstoff einzuspritzen. Hierzu wird das Ventil 33, das durch den Elektromagneten 34, den Magnetanker 34 und die Dichtkugel 32 gebildet wird, wieder geschlossen, ehe der Kraftstoffdruck im Steuer-raum 24 so weit abgesunken ist, daß sich die innere Ventilnadel 12 öffnet. Die Ablaufdrossel 26 ist dann bereits wieder geschlossen ehe die äußere Kolbenstange 20 mit der Stirnfläche 21 an der Grundfläche 19 der Kolbenbohrung 18 zur Anlage kommt. Hierdurch ergibt sich zwischen der Stirnfläche 21 und der Grundfläche 19 ein hydraulisches Polster, das die Öffnungsbewegung der äußeren Kolbenstange 20 dämpft und einen Druckabfall im Steuer-raum 24 verhindert, so daß die innere Kolbenstange 22 stets eine ausreichende Schließkraft auf die innere Ventilnadel 12 ausübt.

[0031] Es kann auch vorgesehen sein, daß die äußere Kolbenstange 20 bei der Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilnadel 10 die Zulaufdrossel 25 teilweise überdeckt, so daß der Querschnitt der Zulaufdrossel 25 reduziert wird, diese aber nicht völlig verschlossen wird. Dies kann beispielsweise durch einen verbleibenden Ringspalt zwischen der äußeren Kolbenstange 20 und der Wand der Kolbenbohrung 18 realisiert werden. Die Verbindung des Steuerraum 24 mit der Ablaufdrossel 26 wird beispielsweise durch in radialer Richtung verlaufende Nuten an der Stirnseite 21 der äußeren Kolbenstange 20 sichergestellt. Hierdurch ist der Kraftstoffzufluß durch die Zulaufdrossel 25 in den Steuerraum 24 deutlich verringert, so daß der Kraftstoffdruck im Steuerraum 24 und, über die Verbindungsbohrung 28, auch im inneren Steuerraum 29 weiter abfällt und die innere Kolbenstange 22 und damit die innere Ventilnadel 12 in der oben beschriebenen Weise öffnet.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem in einer Bohrung (3) eine kolbenförmige äußere Ventilnadel (10) längsverschiebbar angeordnet ist, die mit einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ausgebildeten Ventilsitz (13) zur Steuerung wenigstens einer Einspritzöffnung (7) zusammenwirkt, und mit einem im Gehäuse (1) ausgebildeten Steuerraum (24), wobei der Druck im Steuerraum (24) durch ein Ventil (33) regelbar ist und wobei durch den Druck im Steuerraum (24) wenigstens mittelbar eine Schließkraft in Richtung des Ventilsitzes (13) auf die äußere Ventilnadel (10) ausgeübt wird, und mit wenigstens einer an der äußeren Ventilnadel (10) ausgebildeten Druckfläche (9; 101), die durch den Druck in einem zwischen der äußeren Ventilnadel (10) und der Wand der Bohrung (3) ausgebildeten und bis zum Ventilsitz (13) reichenden Druckraum (5) beaufschlagt ist, so daß sich eine der Schließkraft entgegengerichtete Öffnungskraft auf die äußere Ventilnadel (10) ergibt, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der äußeren Ventilnadel (10) eine innere Ventilnadel (12) geführt ist, die wenigstens eine zusätzliche Einspritzöffnung (7) am Ventilsitz (13) steuert und die vom Druck im Steuerraum (24) zumindest mittelbar in Richtung des Ventilsitzes (13) beaufschlagt wird.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilnadel (10) eine Drosselverbindung (45) gebildet wird, so daß die innere Ventilnadel (12) nicht mehr wenigstens mittelbar vom Druck im Steuerraum (24) beaufschlagt ist.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Ventilnadel (10) mit einer äußeren Kolbenstange (20) verbunden ist, die sich synchron mit der äußeren Ventilnadel (10) bewegt und die eine der äußeren Ventilnadel (10) abgewandte Stirnfläche (21) aufweist, welche vom Druck im Steuerraum (24) beaufschlagt ist und so die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (10) erzeugt.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselverbindung (45) zwischen der Stirnseite (21) der äußeren Kolbenstange (20) und einer ortsfesten Grundfläche (19) gebildet ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Ventilnadel (12) mit einer inneren Kolbenstange (22) verbunden ist, welche sich synchron mit der inneren Ventilnadel (12) bewegt und welche eine Stirnfläche (31) aufweist, die vom

Druck im Steuerraum (24) in Schließrichtung der inneren Ventilnadel (12) beaufschlagt ist und so die Schließkraft auf die innere Ventilnadel (12) erzeugt.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Kolbenstange (20) als Hülse ausgebildet ist und die innere Kolbenstange (22) in der äußeren Kolbenstange (20) geführt ist.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Kolbenstange (22) bei der durch die Öffnungskraft auf eine Druckfläche (112) der inneren Ventilnadel (12) bewirkten Öffnungsbewegung an einer an der Innenseite der äußeren Kolbenstange (20) ausgebildeten Hubanschlagfläche (23) zur Anlage kommt.

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß am brennraumabgewandten Ende der äußeren Kolbenstange (20) ein nach innen kragender Bereich (27) ausgebildet ist, so daß durch die Innenseite der äußeren Kolbenstange (20), den nach innen kragenden Bereich (27) und die Stirnseite (21) der inneren Kolbenstange (22) ein innerer Steuerraum (29) begrenzt wird, der nur durch eine Verbindungsbohrung (28) in der äußeren Kolbenstange (20) mit dem Steuerraum (24) verbunden ist.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Ventilnadel (12) eine Druckfläche (112) aufweist, die erst nach dem Abheben der äußeren Ventilnadel (10) vom Ventilsitz (13) vom Druck im Druckraum (5) beaufschlagt wird, so daß sich eine Öffnungskraft auf innere Ventilnadel (12) ergibt.

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerraum (24) über eine Zulaufdrossel (25) mit einem Kraftstoffhochdruckbereich verbunden ist und über eine Ablaufdrossel (26) mit einem Leckölraum (30), in dem ein niedrigerer Kraftstoffdruck herrscht als im Kraftstoffhochdruckbereich, wobei die Ablaufdrossel (26) durch ein Ventil (33) verschlossen werden kann.

11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Kolbenstange (20) bei der Öffnungsbewegung der äußeren Ventilnadel (10) die Zulaufdrossel (25) teilweise verschließt und so einen reduzierten Zulaufquerschnitt vom Kraftstoffhochdruckbereich in den Steuerraum (24) einstellt.

12. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß am Ventilsitz (13) eine erste Einspritzöffnungsreihe (107) und eine dazu in axialer Richtung versetzt angeordnete zweite Einspritzöffnungsreihe (207) ausgebildet ist, wobei die zweite Einspritzöffnungsreihe (207) durch die innere Ventilnadel (12) gegen den Druckraum (5) verschließbar ist, während die äußere Ventilnadel (10) sowohl die zweite Einspritzöffnungsreihe (207) als auch die erste Einspritzöffnungsreihe (107) gegen den Druckraum (5) verschließen kann.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

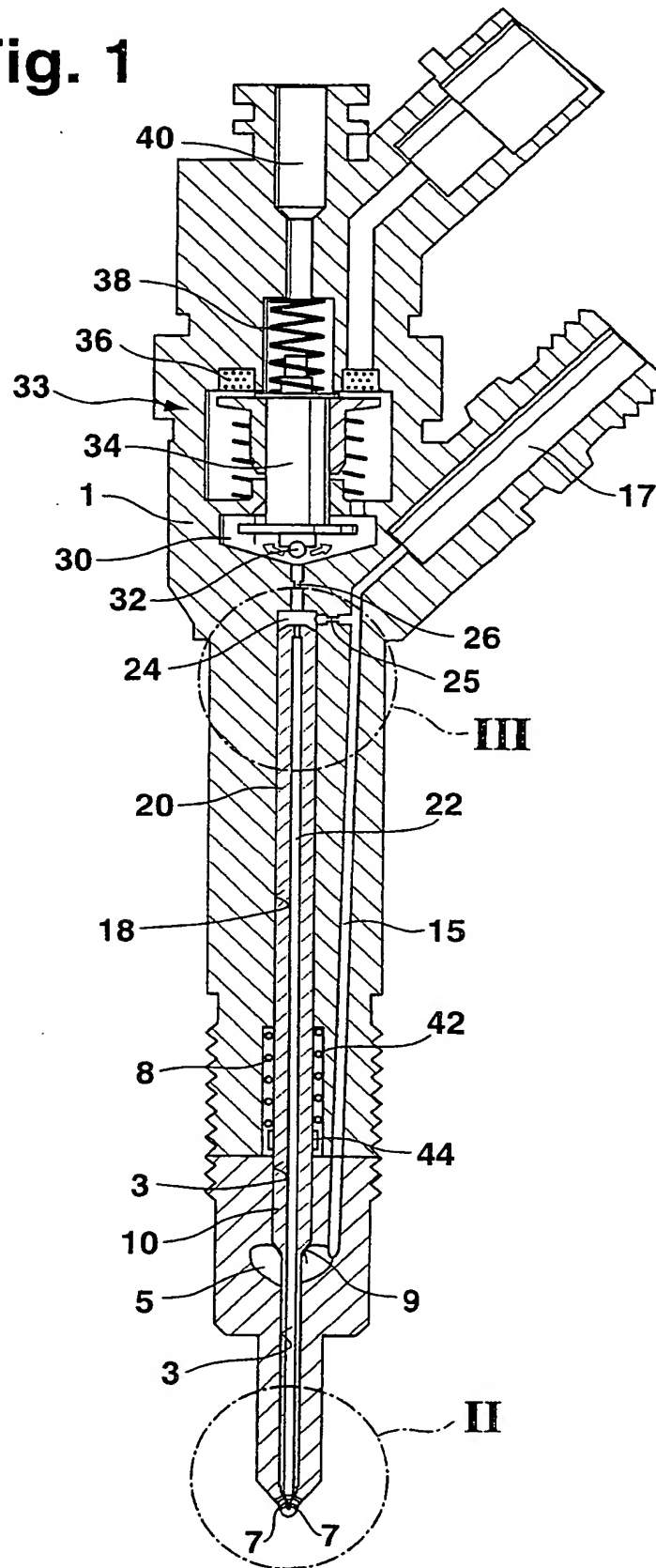


Fig. 2

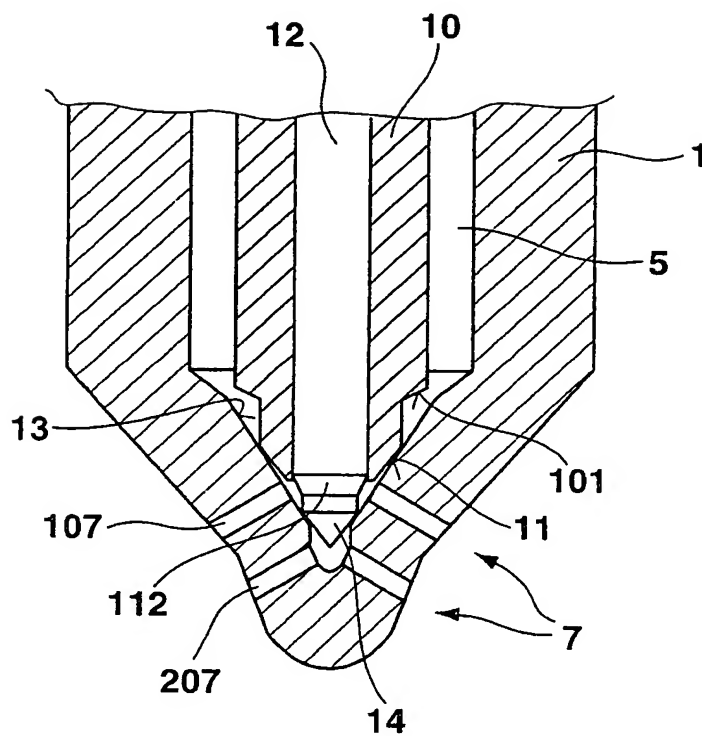


Fig. 3

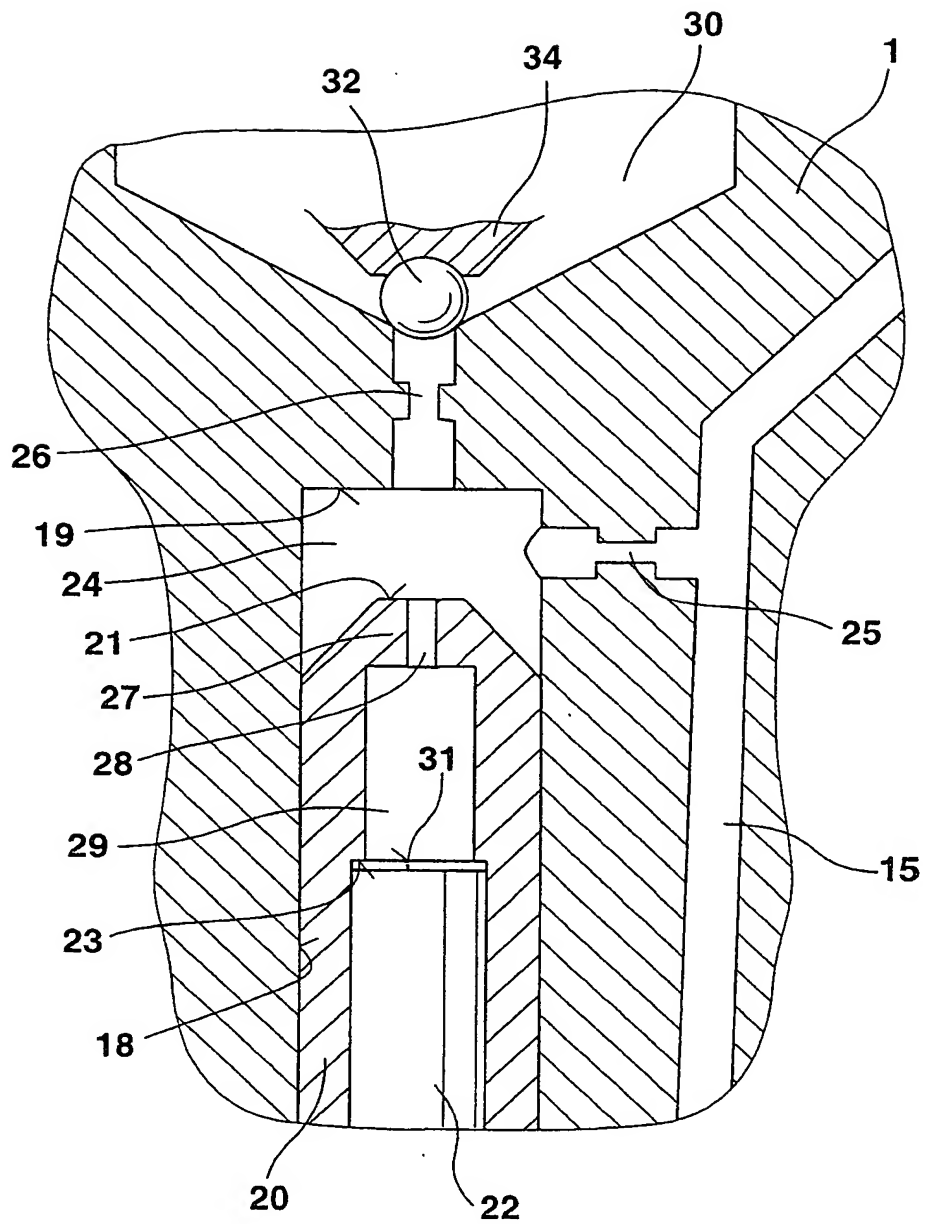
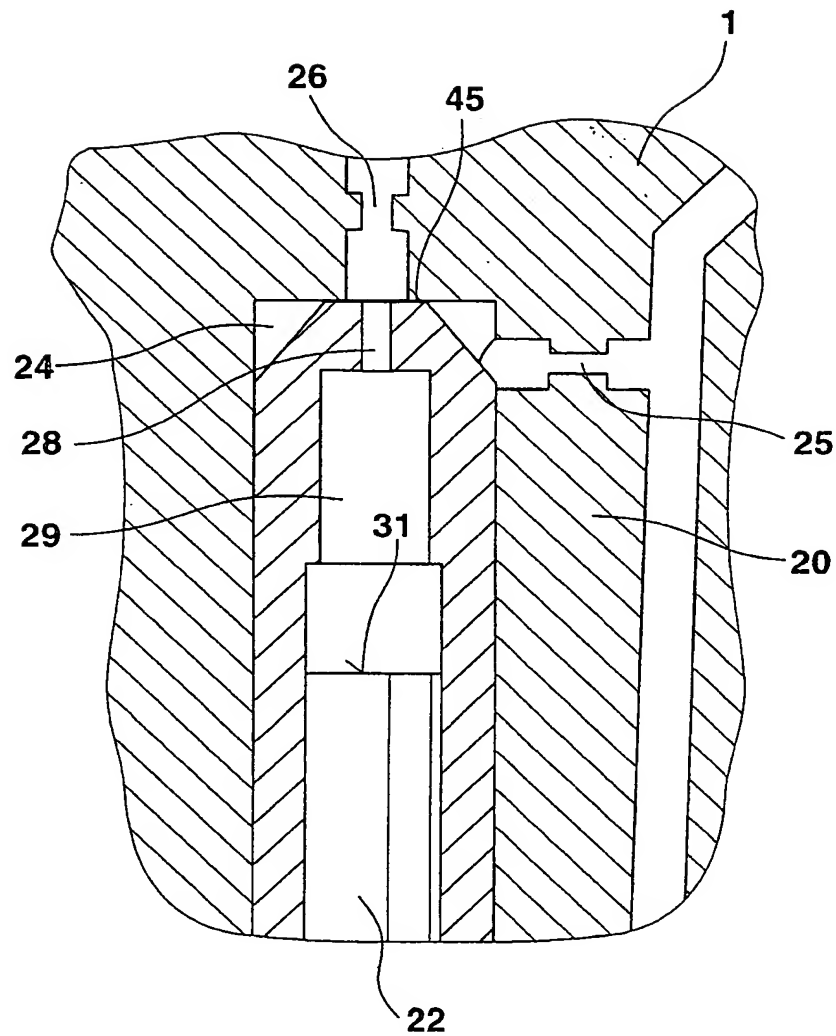


Fig. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.